

Czesław KRÓLIKOWSKI, Stefan MŁYNARSKI

Postęp w badaniach geofizycznych Instytutu Geologicznego w latach siedemdziesiątych

Omówiono postęp w metodyce pomiarów, przetwarzania i interpretacji danych geofizycznych. Stwierdzono, że najistotniejszy rozwój nastąpił w sejsmice refleksyjnej i w metodach geoelektrycznych. Ponadto wprowadzono kilka nowych metod geofizycznych, jak spektrometria promieniowania gamma, merkurometria i pomiary aerogeofizyczne. Dokonano następnie przeglądu w rozpoznaniu geofizycznym kraju. Omówiono badania regionalne metodami sejsmicznymi na Niżu Polskim i w Karpatach oraz poszukiwanie i rozpoznawanie złóż surowców mineralnych stałych, przy zastosowaniu różnych metod geofizycznych, a także prace geofizyczne dla potrzeb hydrogeologii, geologii inżynierskiej i kartografii.

WSTĘP

W latach siedemdziesiątych, dzięki znacznym inwestycjom i dopływowi aparatury o wysokich parametrach technicznych, zaznaczył się duży postęp, szczególnie w geofizyce powierzchniowej. Obserwuje się znaczny rozwój prac badawczych, w tym metodycznych, niezbędnych do wprowadzenia nowej aparatury i nowych metod, poszerzenie zakresu interpretacji i przetwarzania danych, podjęcie na szerszą skalę interpretacji kompleksowej oraz opracowywania seryjnych map geofizycznych. Rozszerzył się zakres zadań geologicznych realizowanych metodami geofizycznymi, wzrósł zasięg głębokościowy, dokładność i ogólna efektywność. Dotyczy to zarówno badań o charakterze regionalnym, realizowanych głównie pod kątem poszukiwań ropy i gazu, jak i badań lokalnych, szczegółowych, związanych z poszukiwaniami złóż surowców stałych. Dopływ nowych, odmiennych jakościowo, danych geofizycznych pozwolił na wykonanie w ostatnim dziesięcioleciu szeregu opracowań wykorzystujących

do interpretacji cały zbiór metod geofizycznych. Wszystko to wpłynęło na istotny postęp w rozpoznaniu geofizycznym i geologicznym kraju.

Autorzy wyrażają podziękowanie pracownikom Zakładu Geofizyki Instytutu Geologicznego za pomoc w zebraniu materiałów.

ROZWÓJ METODYKI BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

METODY SEJSMICZNE

W ostatnim dziesięcioleciu obserwuje się zdecydowane zmiany w metodyce badań sejsmicznych refleksyjnych, realizowanych przez Zakład Badań Geofizycznych PPG na zlecenie Instytutu Geologicznego. Jest to związane ze stosowaniem coraz nowocześniejszej aparatury do pomiarów

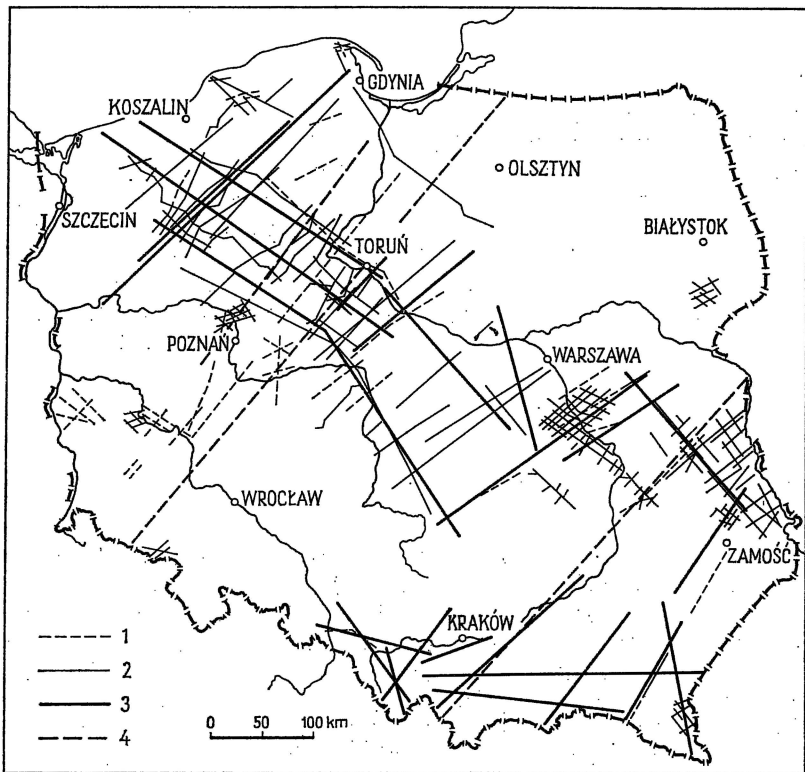


Fig. 1. Badania sejsmiczne wykonane na zlecenie Instytutu Geologicznego w latach 1969—1977

Seismic surveys made for the Geological Institute in the years 1969—1977

Profile refleksyjne wykonane techniką: 1 — cyfrową, 2 — analogową; 3 — profile refrakcyjne, 4 — profile GSS

Reflection profiles made by means of: 1 — numerical, and 2 — analog methods; 3 — refraction profiles, 4 — deep seismic sounding profiles

i interpretacji. Można stwierdzić, iż dla prac sejsmicznych w Polsce jest to okres przełomowy, ponieważ nastąpiło przejście od rejestracji oscylograficznej do zapisu i opracowania cyfrowego.

Pierwszy istotny postęp w metodyce badań miał miejsce w 1968 r., kiedy wprowadzono do rejestracji amerykańską i francuską aparaturę z zapisem magnetycznym i opracowanie danych na centralach analogowych. Pozwoliło to na równoległe zastosowanie pokryć, najpierw 3- później 6-, a obecnie powszechnie 12- i 24-krotnych. Do stosowanego już wcześniej grupowania geofonów i wprowadzanego stopniowo grupowania otworów strzałowych doszedł więc istotny element metodyczny, pozwalający na poprawę ciągłości rejestracji granic sejsmicznych, a w szczególności eliminacji fal zaburzających, w tym również refleksów wielokrotnych.

Kolejnym etapem modernizacji sprzętu, a zatem i metodyki badań, był rok 1973, od kiedy wprowadzono w pracach sejsmicznych refleksyjnych wykorzystywanie zapisu cyfrowego. Należy to uznać za zasadniczą zmianę w metodyce badań, a w szczególności w opracowaniu danych. Obecnie w pracach refleksyjnych stosowana jest wyłącznie technika cyfrowa, ale w ciągu ostatnich 10 lat profile refleksyjne z rejestracją cyfrową stanowiły tylko niewielką część pomiarów refleksyjnych (fig. 1).

Od chwili wprowadzenia techniki cyfrowej zmiany koncentrują się głównie na sposobie opracowywania danych i stosowania szerszego i doskonalszego zakresu procesów przetwarzania. Wymienić tu należy auto- i retrokorelację, automatyczną korektę poprawek statycznych, transformację skali czasowej na głębokościową oraz migrację, chociaż to ostatnie zagadnienie nie jest jeszcze w pełni rozwiązane. Szerszy zakres przetwarzania danych był możliwy dzięki wprowadzeniu w 1976 r. przez ZBG PPG systemu WARS, będącego adaptacją stosowanego przez górnictwo naftowe systemu sejsmicznego SYSIS.

W metodyce prac polowych główne zmiany w ostatnich latach polegały na doborze odpowiedniej geometrii rozstawu, ukierunkowanej na rejestrację określonych granic sejsmicznych. Zapis magnetyczny, a później cyfrowy, umożliwił stosowanie wydłużonych rozstawów, często z odśunięciem od punktu strzałowego, co poprawia rejestrację odbić głębokich i jednocześnie umożliwia eliminację refleksów wielokrotnych. W zakresie wzbudzania energii można przyjąć, iż w ostatnich 10 latach nastąpiło powszechne stosowanie grupowania, średnio 3 otworów na jeden punkt strzałowy, co nie tylko wzmacnia wzbudzaną energię, ale i osłabia zdecydowanie fale zaburzające dzięki własnościom filtrującym.

W zakresie badań refrakcyjnych i metodyki głębokich sondowań sejsmicznych (GSS) postępem było wzbudzanie kierunkowe. Uzyskano dzięki temu korzystniejszy przebieg czoła fali sejsmicznej przy ograniczeniu wielkości ładunku wybuchowego na poszczególnych punktach strzałowych. Miało to istotne znaczenie w przypadkach dużych, kilkudziesięciokilometrowych odległości między punktami rejestracji a punktem strzałowym.

W opracowaniu danych refrakcyjnych i ich interpretacji istotniejszego postępu można się dopiero spodziewać z chwilą zastosowania do rejestracji aparatury cyfrowej. Obecnie technika cyfrowa wykorzystywana jest do interpretacji danych refrakcyjnych w ograniczonym zakresie,

głównie do automatycznego wykreślenia przekrojów głębokościowych i w formie eksperymentalnej do analizy dynamicznej obrazu falowego. Trzeba jednak zaznaczyć, że głębokościowe przekroje sejsmiczne refrakcyjne, wykreślone za pomocą maszyn, nie są bogatsze w informacje niż przekroje głębokościowe sporządzane ręcznie.

METODY MAGNETYCZNE I GRAWIMETRYCZNE

W badaniach magnetycznych i grawimetrycznych korzystano z metodyki pomiarów wypracowanej i stosowanej z pełnym powodzeniem od wielu lat. Dzięki nowocześniejszej aparaturze uzyskano zwiększone dokładności. W pomiarach magnetycznych, stosowano początkowo wagi Fanselaua, a ostatnio bardzo precyzyjne magnetometry protonowe, których błąd pomiaru nie przekracza $\pm 8 \cdot 10^{-4}$ A/m. W pracach grawimetrycznych pomiary wykonywane są grawimetrami Sharpe'a i Wordena, a błąd pomiarów waha się w granicach 0,3—0,6 $\mu\text{m/s}^2$.

METODY GEOELEKTRYCZNE

W latach siedemdziesiątych nastąpiło znaczne rozszerzenie metod geoelektrycznych. Do najbardziej obiecujących w naszych warunkach geologicznych należą metody: radiofalowa i polaryzacji wzbudzonej. Pierwsza, wdrożona w Instytucie Geologicznym (S. Wybraniec, 1979), z powodzeniem uzupełnia, a często zastępuje droższe i o mniejszej rozdzielczości klasyczne profilowanie elektrooporowe. Wykorzystuje ona bardzo długie fale radiowe wysyłane przez stacje dla celów nawigacji morskiej. Szczególnie nadaje się do kartowania utworów pod niewielkim nadkładem. Metoda polaryzacji wzbudzonej wprowadzona przez Zakład Badań Geofizycznych PPG może stać się podstawową metodą w badaniu mineralizacji polimetalicznej występującej na głębokości do 200—300 m.

W 1976 r. zaczęto wdrażać do badań rudnych metodę procesów przejściowych oraz metodę indukcji elektromagnetycznej. Równocześnie szeroko stosowano metody elektrooporowe w wersji sondowań i profilowań oraz metody magnetotelluryczne dla rozpoznawania wglębnej budowy geologicznej. Zakupiona za granicą aparatura jest sprzętem nowoczesnym. Dotyczy to również produkowanych w kraju kompensatorów do badań elektrooporowych. Obecnie zachodzi potrzeba importu sprzętu do akustycznej magnetotelluryki oraz polaryzacji wzbudzonej dużej mocy. Wymaga również wymiany aparatura do badań magnetotellurycznych. Metoda ta w badaniu wglębnej budowy niektórych jednostek geologicznych dostarcza wielu istotnych informacji, zwłaszcza w śledzeniu morfologii podłoża podcechsztyńskiego i głębszego, które stanowi horyzont wysokooporowy w stosunku do nadkładu.

GEOFIZYKA WIERTNICZA

W tym dziale geofizyki poszukiwawczej postęp był najwolniejszy. Spowodowane to było przede wszystkim brakiem nowoczesnej aparatu-

ry pomiarowej oraz niepełnym standaryzowaniem i skalowaniem posiadanego sprzętu. Dlatego, mimo systematycznej poprawy w doborze stosowanych metod oraz staranności prowadzenia pomiarów i interpretacji, praktycznie niemożliwe było wykonywanie ilościowej interpretacji danych. Ograniczone były możliwości prowadzenia pomiarów magnetycznych i elektromagnetycznych, co utrudniało szersze stosowanie karotażu dla zagadnień surowcowych.

Na tym tle należy odnotować istotny postęp w metodach radiometrycznych. Wielce przydatne okazały się pomiary spektrometryczne w otworach wiertniczych, zwłaszcza przy poszukiwaniu złóż pierwiastków promieniotwórczych, a także metoda aktywacji w badaniu wybranych elementów składu chemicznego i mineralogicznego skał (J. Szewczyk, 1979).

W okresie tym wprowadzono również profilowanie akustyczne do badań regionalnych z wykorzystaniem aparatury krajowej i zagranicznej.

W zakresie analizy danych opracowano system ilościowej interpretacji materiałów geofizyki wiertniczej z wykorzystaniem maszyn cyfrowych — SAIK (Z. Dębski, I. Frydecki, 1975). System ten umożliwia interpretację danych otrzymanych przy użyciu nieskalowanych sond radiometrycznych.

POZOSTAŁE METODY GEOFIZYCZNE

Z innych metod na pierwszym miejscu należy wymienić wprowadzoną do praktyki w latach siedemdziesiątych geotermikę (J. Stajniak, 1974). Znalazła ona zastosowanie przy rozpoznawaniu wglębnej tektoniki (wysady solne, uskoki), rozwiązywaniu problemów hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich i innych w zestawieniu z innymi metodami geofizycznymi.

Dla celów kartografii geologicznej wypróbowano również metodę zdjęć lotniczych w podczerwieni, tzw. aerotermografię (C. Królikowski, S. Wybraniec, 1977). Jej zastosowanie na wybranych obszarach Gór Świętokrzyskich wykazało przydatność w hydrogeologii i geologii inżynierskiej, natomiast efektywność śledzenia tektoniki nawet pod niewielkim nakładem w skali zdjęcia 1 : 5000 i 1 : 10 000 jest bardzo ograniczona.

W ostatnich latach (1976—1978) w ramach wspólnych prac badawczych Instytutu Geologicznego i Zakładu Badań Geofizycznych PPG wdrażane były metody: spektrometrii radiometrycznej i merkurometrii. Pierwsza znajduje zastosowanie w poszukiwaniu złóż pierwiastków promieniotwórczych oraz lokalizowaniu stref tektonicznych, druga przy poszukiwaniu i rozpoznawaniu złóż rud polimetalii. Obydwie metody stosowane są zazwyczaj łącznie z metodami geoelektrycznymi, a także magnetyką i grawimetrią.

Wszystkie te metody w sposób istotny uzupełniają zbiór metod stosowanych w poszukiwaniu złóż surowców stałych, umożliwiając rozwiązywanie różnorodnych zadań geologicznych.

POSTĘP W ROZPOZNAWANIU GEOFIZYCZNYM KRAJU

BADANIA REGIONALNE NA NIŻU POLSKIM I W KARPATACH

Regionalne badania geofizyczne realizowane były z wykorzystaniem różnych metod geofizycznych, a w szczególności sejsmicznej refleksyjnej i refrakcyjnej, grawimetrycznej, magnetycznej, geoelektrycznej oraz geotermicznej. W latach 1973—1976 wykonano pomiary i interpretacje wzdłuż 6 profili regionalnych przecinających cały obszar Polski. Były to profile: Moryń—Lębork, Gorzów—Bytów, Pleszew—Sierpc (S. Młynarski, R. Dądz, B. Dąbrowska i in., 1979), Lubin—Prabuty, Przedbórz—Żebrak i Baligród—Dubienka. Prace te charakteryzują się kompleksową interpretacją pomiarów geofizycznych ostatnich lat, przy jednoczesnym wykorzystaniu wcześniej zebranych danych. Na profilu Moryń—Lębork po raz pierwszy w Polsce (1975 r.) wykonano pomiary geotermiczne dla zbadania możliwości śledzenia stref dyslokacyjnych (J. Stajniak, C. Królikowski, A. Gajewski, 1976). Anomalie geotermiczne wykazują dużą zgodność z uskokami stwierdzonymi metodą sejsmiki refleksyjnej i geoelektryki, a wyznaczone w przybliżeniu głębokości źródeł wynoszą od 0,6 do 3,1 km.

Na profilach regionalnych wykonano również w latach 1976—1977 pomiary aeromagnetyczne dla porównania z obrazem zdjęcia naziemnego. Anomalia ΔT ze zdjęcia lotniczego wzdłuż profilu Pleszew—Sierpc na poziomie 500 m wykazuje podobny przebieg do anomalii ΔZ . W związku z tym można stwierdzić, że wyniki tych pomiarów wzdłuż profili regionalnych nie wnoszą istotnych elementów do obrazu regionalnego, a jedynie stanowią potwierdzenie dotychczasowego rozpoznania.

Podstawową metodą, stosowaną wzdłuż wymienionych profili regionalnych, były badania sejsmiczne refleksyjne, w większości wykonane i opracowane przy wykorzystywaniu techniki cyfrowej. Uzyskano wyraźną poprawę, zarówno jakości, jak i szczegółowości materiałów. Obraz granic refleksyjnych pozwala na scharakteryzowanie piętra permsko-mezozoicznego i określenie większych jednostek geologicznych oraz wydzielenie szeregu lokalnych jednostek w obrębie platformy paleozoicznej. Problemem nierozwiązanym pozostało w dalszym ciągu śledzenie refleksów podcechsztyńskich. Z tego też względu istotnych informacji dostarczyły badania refrakcyjne, które pozwoliły śledzić co najmniej morfologię podłoża krystalicznego platformy prekambryjskiej i strop skonsolidowanego podłoża platformy paleozoicznej (J. Skorupa, 1974).

W zakres prac regionalnych wchodzi również badania metodą głębokich sondowań sejsmicznych (GSS), realizowane na zlecenie Instytutu Geologicznego przez Instytut Geofizyki PAN. Niezależnie od profili zaznaczonych na fig. 1 prace tego typu wykonane były dodatkowo przez Instytut Geofizyki PAN i górnictwo naftowe wzdłuż profili: Syców—Mława, Kłobuck—Ostrołęka i Częstochowa—Kielce—Tarnobrzeg. Uzyskane wyniki (A. Guterch, T. Kowalski, R. Materzok i in., 1975) dostarczają danych o budowie głębokiej skorupy ziemskiej. Stwierdzono, iż na obszarze Polski pozakarpackiej miąższość skorupy ziemskiej zmienia się w bardzo szerokich granicach i wynosi ok. 29 km w rejonie monokliny

przedsudeckiej (linia Teisseyre'a—Tornquista) oraz ok. 60 km w południowo-wschodniej części kraju. W strefie linii Teisseyre'a—Tornquista struktura skorupy i górnego płaszczka ma charakter wybitnie anomalny. Uzyskane wyniki zostały wykorzystane do interpretacji geologicznej (W. Pożaryski, 1975).

Do regionalnego rozpoznania geofizycznego zaliczyć należy także pomiary geotermiczne wykonywane w głębokich otworach, co pozwoliło na sporządzenie map geoizoterm do głębokości 6 km i rozkładu strumienia ciepłego Ziemi w Polsce (J. Majorowicz, 1977). Wyniki tych badań świadczą o związkach pola geotermicznego z rozwojem geotektonicznym zasadniczych jednostek geologicznych. Dane geotermiczne były jednocześnie wykorzystane do ustalenia wstępnych kryteriów geotermodynamicznych w aspekcie poszukiwań złóż ropy i gazu (J. Majorowicz, 1978).

Do prac geofizycznych Instytutu Geologicznego w Karpatach zaliczyć

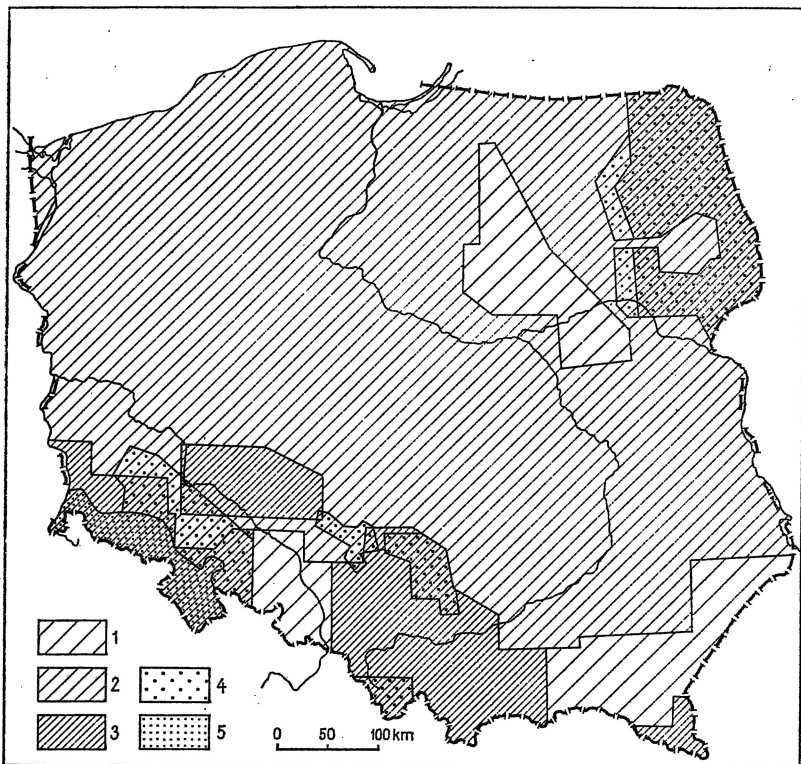


Fig. 2. Stan zagęszczenia badań grawimetrycznych i magnetycznych

Density level of gravimetric and magnetic surveys

Pomiary grawimetryczne o gęstości: 1 — do 1 pkt/km²; 2 — 1–2,5 pkt/km²; 3 — 2,5–6 pkt/km²; pomiary magnetyczne o gęstości: 4 — 1–6 pkt/km²; 5 — > 6 pkt/km²; na pozostałym obszarze pomiary magnetyczne o gęstości do 1 pkt/km²

Gravimetric measurements of density: 1 — below 1 point/km²; 2 — 1–2.5 points/km²; 3 — 2.5–6 points/km²; magnetic measurements of density: 4 — 1–6 points/km²; 5 — over 6 points/km²; in the remaining areas the density of magnetic measurements is below 1 point/km²

należy w omawianym okresie zdjęcia grawimetryczne o gęstości 4 pkt/km² w Bieszczadach, siatkę profili sejsmicznych refrakcyjnych (fig. 1 i 2) oraz niewielki zakres badań geoelektrycznych. Interpretacja wyników jest na ogół trudna i nie zawsze jednoznaczna. Analiza danych grawimetrycznych pozwala na wiązanie niektórych anomalii ze zróżnicowaniem gęstości skał w kompleksie fliszu oraz z morfologią powierzchni stropowej podłoża krystalicznego. Badania refrakcyjne umożliwiają przesłedzenie granicy załamującej o prędkości granicznej 6 km/s, związanej ze stropem skonsolidowanego podłoża. Wyniki badań tellurycznych odwzorowują poziome zmiany oporności właściwej, głównie utworów fliszu, a granica magnetotelluryczna identyfikowana jest z podłożem fliszu.

Na Niżu Polskim (fig. 1) badania sejsmiczne skoncentrowane były w strefie kontaktu platform paleozoicznej i prekambryjskiej oraz na wale pomorsko-kujawskim. Są to w przeważającej mierze profile refleksyjne. Prace refrakcyjne ograniczały się do pojedynczych profili regionalnych, których wyniki omówiono wcześniej.

Profile refleksyjne realizowane były w formie powierzchniowego zdjęcia regionalnego oraz siatki półszeregówowej. Ten ostatni rodzaj zdjęcia wykonano głównie na Lubelszczyźnie. Największy zakres prac sejsmicznych refleksyjnych pod kątem zbadania tektoniki i morfologii granic karbońskich oraz dewońskich przypada na lata 1971—1973. Stosowana wówczas technika analogowa dostarczyła ograniczonych informacji o utworach dewonu. Zdecydowaną poprawę w określeniu ciągłości granic dewońskich na profilu regionalnym w tym rejonie uzyskano dzięki elastycznej metodyce pomiarów i rozszerzaniu cyfrowego opracowania danych.

Na wale pomorsko-kujawskim, wykonywane w latach 1969—1977, poszczególne profile sejsmiczne refleksyjne utworzyły dosyć regularną siatkę powierzchniową (fig. 1). Uzyskano informacje o utworach permsko-mezozoicznych, przy czym z biegiem lat, w miarę wzbogacania metodyki pomiarów i opracowania danych, wzrastała ciągłość śledzonych granic, szczególnie granicy Z₁ związanej z przyspagowymi utworami cechsztynu. W badaniach z lat 1969—1970 wzdłuż profili w rejonie Szczecinka, Torunia i Piotrkowa Trybunalskiego występowały duże przerwy w rejestracjach granic sejsmicznych, i to nie tylko cechsztyńskich. Wyniki, z uwzględnieniem danych górnictwa naftowego, pozwoliły jednak na sporządzenie głębokościowej mapy strukturalnej granicy sejsmicznej refleksyjnej Z₁ Pomorza Zachodniego (S. Młynarski, 1976), z wykorzystaniem jednolitej interpretacji czasowej (H. Jankowski, 1974) i ze wspólnym rozwiązaniem prędkościowym (H. Jankowski, 1975).

Badania sejsmiczne (fig. 1) dostarczyły nowych danych geologicznych dla projektowania wierceń geologicznych oraz były wykorzystywane dla szeregu opracowań syntetycznych, np. w rejonie Gopła—Pabianic (J. Skorupa, L. Dziewińska, 1976), niecki warszawskiej czy niecki pomorskiej. W wymienionych rejonach dane sejsmiczne, niezależnie od wspomnianej granicy Z₁ związanej z utworami cechsztynu, pozwoliły na określenie morfologii i tektoniki utworów triasu i jury oraz przyczyniły się do lepszego rozpoznania regionalnego Niżu Polskiego.

W omawianym okresie prowadzono również regionalne badania geoelektryczne w centralnej i północno-zachodniej Polsce. Informacje uzy-

skane metodą stabilizacji pola magnetycznego i metodą telluryczną dotyczą ułożenia stropu utworów cechsztyńskich. Sondowania magnetotelluryczne pozwalają na śledzenie granic geoelektrycznych występujących na większych głębokościach związanych z wysokooporowymi utworami podcechsztyńskimi.

Badania grawimetryczne i magnetyczne w ostatnim dziesięcioleciu wykonywane były na obszarach, gdzie brak było odpowiednio gęstego zdjęcia, a jednocześnie istniało zainteresowanie z punktu widzenia badań regionalnych oraz poszukiwań ropy i gazu. Dotyczy to syneklizy perybałtyckiej i Karpat Zachodnich, gdzie (Rabka—Skoczów—Cieszyn) w latach 1973—1974 wykonano półszczegółowe i szczegółowe zdjęcia magnetyczne, dla rozpoznania i skartowania skał intruzywnych. W wyniku tych prac okonturowano i ściślej określono zasięg występujących tam cieszyńców.

Uwzględniając pomiary wykonane do 1977 r. włącznie obserwuje się dużą niejednorodność zagęszczenia zarówno badań grawimetrycznych, jak i magnetycznych (fig. 2). Niedostateczna gęstość pomiarów grawimetrycznych (poniżej 0,4 pkt/km²) dotyczy wschodniej części Karpat (z wyjątkiem Bieszczadów), niecki opolskiej i fragmentu północno-wschodniej Polski. W przeważającej części obszaru Polski mamy natomiast do czynienia ze zdjęciem regionalnym, i to zarówno grawimetrycznym, jak i magnetycznym. Zdjęcia półszczegółowe obejmują głównie północno-wschodnią Polskę (co było związane z poszukiwaniem rud żelaza) oraz Sudety. Warto jeszcze zaznaczyć, iż oprócz zdjęcia magnetycznego szczegółowego o zagęszczeniu dochodzącym do 20 pkt/km², zaznaczonego na fig. 2 (Sudety), istnieje między innymi w północno-zachodniej Polsce szereg lokalnych zdjęć szczegółowych, które nie zostały zaznaczone na tej figurze z powodu zbyt małych rozmiarów. Mapy magnetyczne w skali 1 : 200 000 opracowano w 70%, natomiast mapy grawimetryczne zaczęto kreślić z wykorzystaniem ETO.

Podsumowanie kartograficzne stanowią mapy: grawimetryczna (E. Bronowska, W. Bujanowski, A. Grobelny, 1972) i magnetyczna (K. Karaczun, M. Karaczun, M. Bilińska, 1978). Przy współpracy z Międzyresortowym Instytutem Geofizyki Stosowanej i Geologii Naftowej AGH wykonano syntetyczne i kompleksowe opracowanie danych grawimetrycznych i magnetycznych dla niecki górnośląskiej, dostarczające szeregu nowych informacji o wglębnej budowie geologicznej.

POSZUKIWANIE I ROZPOZNAWANIE ZŁOŻ SUROWCÓW MINERALNYCH STAŁYCH

Większość badań geofizycznych w tym aspekcie koncentrowała się w następujących jednostkach geologicznych:

- Sudety i blok przedsudecki,
- północno-wschodnie obrzeżenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego,
- Góry Świętokrzyskie,
- wyniesienie mazursko-suwańskie,
- wyniesienie Łęby,

— monoklina przedsudecka wraz z niecką północnosudecką i peryklina Żar.

W mniejszym stopniu metody geofizyczne były wykorzystywane do celów poszukiwawczych w innych regionach. Należy tu wymienić Lubelskie Zagłębie Węglowe (węgiel, boksyty), pozostałe obszary Nizy Polskiego (węgiel brunatny, surowce chemiczne) a także inne rejony kraju (surowce skalne).

Dla pogłębienia znajomości budowy głębokiego podłoża, głównie krystalicznego, śledzenia wgłębnych rozłamów w tym podłożu, a także związanych z nimi przejawów magmatyzmu opracowano projekt badań aerogeofizycznych dla Sudetów i bloku przedsudeckiego, niecki górnośląskiej, Gór Świętokrzyskich i Karpat. Pomiarów aeromagnetycznych pozwalają uzyskać jednolite zdjęcie dużego obszaru, umożliwiają eliminację lokalnych anomalii, wywołanych przez płytko leżące źródła, i zakłóceń powodowanych działalnością ludzką, a także ułatwiają ilościową interpretację pola magnetycznego. Wykonano już pomiary na profilach doświadczalnych, a na podstawie uzyskanych wyników ustala się obecnie celowość, zakres i metodykę pomiarów dla poszczególnych jednostek geologicznych. W 1977 r. rozpoczęto wykonywanie zdjęcia we wschodniej części Sudetów i bloku przedsudeckiego.

SUDETŹY, BLOK PRZEDSUDECKI

Prace geofizyczne koncentrowały się tu na dwóch głównych problemach: 1 — badaniu regionalnej budowy geologicznej; 2 — poszukiwaniu i rozpoznawaniu złóż surowców mineralnych. W pierwszym przypadku badano morfologię i głębokość występowania podłoża krystalicznego w Sudetach, a podkenozoicznego na bloku przedsudeckim wraz z odtwarzaniem obrazu zróżnicowania petrograficznego tego podłoża i jego tektoniki. Pozwoliło to na ustalenie prognoz występowania surowców użytecznych i projektowanie szczegółowego badania utworów osadowych, metamorficznych i magmowych na wybranych obszarach. Obydwa problemy wiążą się ze sobą ściśle i rozwiązywane są metodami geofizycznymi i wierceniemi.

W 1975 r. zakończono półszczegółowe zdjęcia magnetyczne i grawimetryczne. Jednolite mapy składowej pionowej pola magnetycznego (K. Karaczun, M. Karaczun, M. Bilińska, 1978) i ich analiza wskazują, że na obraz anomalii ma wpływ zróżnicowanie petrologiczne czynnych magnetycznie skał krystalicznych i metamorficznych, a także głębokość ich występowania i tektonika. Analiza pola grawimetrycznego wykazuje, że w obrazie anomalii grawimetrycznych wydzielić można wszystkie jednostki strukturalne Sudetów i bloku przedsudeckiego oraz wielkie masywy intruzywne skał zasadowych i kwaśnych. Wyraźnie rysują się również elementy tektoniki blokowej, a przede wszystkim przebieg młodych uskóków. Metoda grawimetryczna w zestawieniu z metodą magnetyczną okazała się przydatna w badaniu wulkanitów, szczególnie trzeciorzędowych bazaltów.

Na początku lat siedemdziesiątych zakończono na bloku przedsudeckim badania elektrooporowe, w wyniku czego uzyskano regionalny obraz

morfologii podłoża podtrzeciorzędowego i jego zróżnicowania litologicznego.

W ostatnim dziesięcioleciu przeprowadzono szereg prac geofizycznych (geoelektrycznych, grawimetrycznych i magnetycznych), które pozwoliły na bardziej szczegółowe określenie budowy poszczególnych jednostek strukturalnych, lokalizację i rozpoznawanie stref mineralizacji surowców rudnych i nierudnych. Można tu wymienić masywy granitoidowe Strzegom—Sobótka i Strzelin—Żulowa (poszukiwania kaolinów), blok karkonosko-izerski (poszukiwania barytu i fluorytu, pierwiastków promieniotwórczych, rud cyny itp.) i wiele innych.

W 1977 r. podjęto kompleksową interpretację wszystkich danych geofizycznych wraz ze zdjęciami lotniczymi i satelitarnymi, celem określenia głównych elementów budowy geologicznej poszczególnych jednostek oraz wydzielenia obszarów perspektywicznych do dalszych badań.

PÓLNO-CNO-WSCHODNIE OBRZEŻENIE GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Celem badań geofizycznych było tu określenie budowy geologicznej i tektoniki oraz poszukiwanie i rozpoznawanie stref mineralizacji w utworach triasowych i paleozoicznych. W latach 1973—1974 Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych na zlecenie Instytutu Geologicznego przeprowadziło interpretację wyników pomiarów magnetycznych, grawimetrycznych i geoelektrycznych. Dane te pochodziły ze zdjęć regionalnych oraz lokalnych prac półszczegółowych. Wyniki interpretacji pozwoliły na lokalizację skał magmowych, którym towarzyszy mineralizacja polimetalu, śledzenie morfologii podłoża paleozoicznego i wapienia muszlowego, a także dostarczyły informacji o tektonice. Dwa profile refrakcyjne wskazały na możliwość śledzenia tą metodą stropu paleozoiku.

W 1975 r. rozpoczęto systematyczne, półszczegółowe pomiary magnetyczne i grawimetryczne, które ukończone będą w 1979 r. Ponadto prowadzone są szerokie prace eksperymentalne nad wdrożeniem wielu nowych metod: geotermicznej, radiofalowej, polaryzacji wzbudzonej i merkurometrii. Wykorzystane będą również zdjęcia satelitarne i lotnicze. Otrzymane dotychczas wyniki świadczą o wysokiej efektywności metod, szczególnie grawimetrii, magnetyki i polaryzacji wzbudzonej.

Systematyczne pomiary geofizyczne w otworach wiertniczych umożliwiły przeprowadzenie korelacji międzyotworowej, wyznaczenie zasięgu dolomityzacji w utworach triasu, a także wydzielenie stref okruszczonych.

GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE

Większość prac geofizycznych koncentrowała się w północno-zachodniej części regionu świętokrzyskiego. Ich celem było badanie budowyokołu paleozoicznego i jego permsko-triasowej okrywy, a także wyjaśnienie perspektyw surowcowych. Wykonano refleksyjne badania sejsmiczne na północno-zachodnim i północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. W rejonie występowania cechsztynu można prześledzić granice w cechsztynie i triasie wraz ze strefami dyslokacji. Wyniki badań pogarszają się w miarę zbliżania się do Gór Świętokrzyskich.

Od 1975 r. realizowany jest w tym rejonie obszerny zakres badań

grawimetrycznych i geoelektrycznych. Otrzymywane wyniki pozwalają rozpoznawać podniesione elementy strukturalne trzonu paleozoicznego, morfologię jego stropu, a zwłaszcza obniżenia w pokrywie permsko-mezozoicznej, wyznaczać strefy rozłamowe, a także przebieg wychodni perspektywicznych złóż w utworach dewonu odsłoniętych pod czwartorzędem. Szczególnie efektywne okazały się tu badania geoelektryczne wykonywane przez Oddział Geofizyczny Zakładu Badań Geologicznych w Kielcach, który bardzo ściśle współpracuje z zainteresowanymi geologami.

Poza tym obszarem wykonano wiele badań, szczególnie geoelektrycznych, w innych częściach regionu świętokrzyskiego, które umożliwiły lepsze poznanie budowy geologicznej, a przede wszystkim określenie perspektyw i rozpoznawanie złóż surowców skalnych dla rozwijającego się tu szybko przemysłu cementowego, wapienniczego, materiałów budowlanych itd.

WYNIESIENIE MAZURSKO-SUWAŁSKIE

Na początku lat siedemdziesiątych zakończono półszczegółowe zdjęcie magnetyczne i grawimetryczne szerokiej strefy przygranicznej od północnej granicy państwa do rejonu Białowieży na południu. Równolegle prowadzono szczegółowe pomiary powierzchniowe i profilowe w obszarach: Krzemianka—Udryń, Sokółka i Krynki. Interpretacja danych geofizycznych umożliwiła określenie położenia ciał zaburzających i ich parametrów, co było niezbędne dla właściwego projektowania otworów wiertniczych.

W 1971 r. wykonano szczegółową analizę danych geofizycznych z rejonu anortozytowego masywu suwałskiego, w wyniku czego uściślono granicę obszarów anomalnych, odzwierciedlających utwory o dużym i bardzo dużym namagnesowaniu.

W latach 1976—1977 Instytut Geofizyki Stosowanej i Geologii Naftowej AGH wykonał na zlecenie Instytutu Geologicznego interpretację materiałów magnetycznych i grawimetrycznych z rejonu Krzemianki i Udrynia z uwzględnieniem wyników nowych wierceń. W opracowaniu przedstawiono modele ciał magnetycznie czynnych, przypuszczalne kontury złóż i prawdopodobne strefy nieciągłości. Równocześnie, w wyniku analizy materiałów geofizyki wiertniczej, uściślono granicę złóż rud żelaza w nowych otworach rejonu Krzemianki—Udrynia oraz dostarczono informacji o występowaniu ciał zaburzających w przestrzeni wokółotworowej (H. Kurbiel, J. Majorowicz, 1977).

W 1976 r. opracowano „Projekt badań geologicznych podłoża krystalicznego północno-wschodniej i wschodniej Polski” dla wykonania szczegółowych i półszczegółowych badań geofizycznych szczególnie na obszarach z głębszym niż 1000 m występowaniem podłoża krystalicznego. Projekt ten jest obecnie realizowany.

WYNIESIENIE ŁEBY

Podstawą rozpoznania geofizycznego cechsztyńskiej formacji solonośnej na wyniesieniu Łeby były badania sejsmiczne, wykonane w latach sześćdziesiątych w ramach Projektu Funduszu Specjalnego ONZ.

Wskazały one ponadto na perspektywiczność obszaru nie objętego rozpoznaniem wiertniczym. W latach siedemdziesiątych prowadzono dalsze prace geofizyczne w rejonie Zatoki Puckiej. Były to szczegółowe pomiary grawimetryczne oraz sejsmiczne z zastosowaniem techniki cyfrowej. Zdjęcie grawimetryczne umożliwiło dobre rozpoznanie zmian miąższościowych utworów solnych, prace sejsmiczne zaś uściłiły wcześniejsze dane dotyczące piętra solnego, włącznie z morfologią stropu utworów podcechsztyńskich.

Wykonano również dla tego obszaru obszerne opracowania danych geofizyki wiertniczej (T. Topulos, 1976, 1979), w których przeprowadzono szczegółową korelację geofizyczną utworów całego kompleksu osadowego.

MONOKLINA PRZEDSUDECKA WRAZ Z NIECKĄ PÓLNOCNOSUDECKĄ I PERYKLINĄ ŻAR

Głównymi surowcami tych rejonów są złoża rud miedzi oraz soli kamiennej i potasowej. Prace poszukiwawcze, mające na celu przede wszystkim perspektywiczne zaspokojenie rozwoju przemysłu miedziowego, prowadzono w latach siedemdziesiątych również metodami geofizycznymi. Pierwszy etap prac sejsmicznych refleksyjnych w niecce północnosudeckiej, na monoklinie przedsudeckiej w rejonie Wrocławia i na peryklinie Żar już wykonano. Dzięki zastosowaniu techniki cyfrowej i wielokrotnego pokrycia rozpozniomowano utwory cechsztyńskie, określono ich przestrzenne ułożenie oraz tektonikę. Z uwagi na wysoką efektywność metody sejsmicznej przewiduje się pełną realizację opracowanego projektu badań.

BADANIA GEOFIZYCZNE W HYDROGEOLOGII, GEOLOGII INŻYNIERSKIEJ I KARTOGRAFII

Metody geofizyczne, a przede wszystkim geoelektryczne, stosowane były w rozwiązywaniu następujących problemów geologicznych:

— opracowywaniu prognoz zasobowych wód podziemnych, w tym mineralnych, i rozpoznawaniu hydrogeologicznym perspektywicznych formacji geologicznych różnych obszarów kraju;

— kartografii geologicznej i geologiczno-inżynierskiej, w pierwszej kolejności utworów czwartorzędowych, dla zagospodarowania przestrzennego kraju.

Największą ilość prac wykonano dla potrzeb szczegółowej mapy geologicznej kraju w skali 1:50 000 i Sudetów w skali 1:25 000. Najszerzej badano budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne czwartorzędu oraz morfologię jego podłoża.

W zakresie bilansowania wód podziemnych należy wymienić:

— badania geoelektryczne dla rozpoznania budowy geologicznej i wydzielenia warstw wodonośnych czwartorzędu dla potrzeb rozwoju aglomeracji szczecińskiej;

— badania geoelektryczne i geotermiczne utworów jurajskich, szczególnie ich morfologii i tektoniki w obszarze zlewni Wiercicy;

— badania geoelektryczne w rozpoznawaniu warunków hydrogeologicznych nadkładu osadowego rud żelaza na Suwalszczyźnie.

Znaczny zakres badań geoelektrycznych wykonano na obszarze nadmorskim województwa szczecińskiego, celem określenia zasięgu wód słonych.

Mimo powyższych przykładów i szeregu drobniejszych prac, które tu trudno wymienić, metody geofizyczne w stosunku do ich możliwości w rozwiązywaniu różnych zagadnień hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich wykorzystywane są jeszcze ciągle w zbyt małym zakresie.

PERSPEKTYWY ROZWOJU BADAŃ GEOFIZYCZNYCH NA LATA NASTĘPNE

W rozpoznaniu regionalnym przewiduje się wykorzystanie zespołu metod geofizycznych dla uzyskania informacji zarówno powierzchniowych, jak i wzdłuż profili. Podstawową metodą będzie sejsmika refleksyjna o udoskonalonych i rozszerzonych procesach przetwarzania cyfrowego. Istotną sprawą jest możliwość efektywnego wykorzystania programu migracji. W pracach polowych najważniejszym problemem będzie wprowadzenie bezdynamitowego systemu wzbudzania (*vibro-seis*). Wiąże się to zarówno z dalszym doskonaleniem metodyki badań, jak i ochroną środowiska. Kierunki opracowania danych sejsmicznych skoncentrowane będą, z uwzględnieniem stawianych zadań geologicznych, na zwiększeniu rozdzielczości granic sejsmicznych w obrębie tej samej formacji geologicznej i polepszenia ciągłości głębszych granic sejsmicznych.

W Karpatach, na podstawie pozytywnych wstępnych rezultatów prac, przewiduje się wykonanie badań magnetotellurycznych wzdłuż profili regionalnych.

W zakresie grawimetrii zakończone zostaną pomiary w rejonach o małej gęstości punktów na kilometr kwadratowy, co dotyczy w szczególności Karpat i części syneklizy perybałtyckiej.

W zakresie poszukiwania i rozpoznawania złóż surowców mineralnych stałych przewidywana jest kontynuacja badań na obszarach perspektywicznych, a przede wszystkim w Sudetach, na obrzeżeniu niecki górnośląskiej, w północno-wschodniej Polsce oraz w wybranych rejonach Niziny Polskiej. Ponieważ półszeregowe zdjęcie grawimetryczne i magnetyczne na tych obszarach zostało z małymi wyjątkami zakończone, należy zakładać, że większość zamierzeń stanowić będą badania szczegółowe. Prowadzić się je będzie zazwyczaj kilkoma metodami, dobieranymi w zależności od zadania i miejscowych warunków geologicznych. Głównymi zadaniami będzie najczęściej:

- ustalanie granic kompleksów petrograficznych;
- określanie ukształtowania stropu podłoża i jego tektoniki;
- śledzenie dyslokacji, stref naruszeń i stromych granic w obrębie utworów osadowych;
- wykrywanie i lokalizacja stref zwiększonej mineralizacji.

Konieczność prowadzenia prospekcji na większych głębokościach wymagać będzie również odwoływania się często do tych metod, których

dokładność wskazań mniej zależy od głębokości. Będzie to zatem sejsmika refleksyjna oraz szeroki wachlarz metod pomiarów w otworach wiertniczych. Niemniej podstawowe będą różne odmiany metod geoelektrycznych, spektrometria promieniowania gamma, a także magnetyka i grawimetria.

Kompleksowe stosowanie metod geofizycznych wymagało będzie nowego podejścia do interpretacji danych. Trzeba będzie szerzej korzystać z metod statystycznych i teorii informacji w przetwarzaniu i prezentowaniu danych, a także w ocenie ich efektywności. Zaspokojenie tych potrzeb możliwe będzie przy szerokim wykorzystaniu elektronicznych maszyn liczących. Bardziej szczegółowe omówienie podstawowych kierunków badań geofizycznych zawiera praca C. Królikowskiego (1976).

Zakład Geofizyki
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 11 marca 1978 r.

PIŚMIENNICTWO

- BRONOWSKA E., BUJANOWSKI W., GROBELNY A. (1972) — Mapa grawimetryczna Polski. 1 : 500 000. Wyd. Geol. Warszawa.
- DĘBSKI Z., FRYDECKI I. (1975) — Wprowadzenie do systemu SAIK. Geofizyka, nr 2, p. 5—25. Warszawa.
- GUTERCH A., KOWALSKI T., MATERZOK R., PAJCHEL J., PERCHUĆ E. (1975) — Badania skorupy ziemskiej na obszarze Polski metodami seismologii eksplozyjnej. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. T. 1. Materiały I-go Krajowego Sympozjum, Warszawa Listopad 1975, p. 11—27. Wyd. Geol. Warszawa.
- JANKOWSKI H. (1974) — Refleksyjne badania sejsmiczne na Pomorzu Zachodnim w latach 1968—1972. Kwart. Geol., 18, p. 658—669, nr 3. Warszawa.
- JANKOWSKI H. (1975) — Rozkład prędkości średnich w utworach permomezozoicznych NW Polski. Kwart. Geol., 19, p. 701—711, nr 3. Warszawa.
- KARACZUN K., KARACZUN M., BILIŃSKA M. (1978) — Mapa magnetyczna Polski, anomalie składowej pionowej pola magnetycznego. Wyd. Geol. Warszawa.
- KRÓLIKOWSKI C. (1976) — Podstawowe kierunki rozwoju badań geofizycznych Instytutu Geologicznego. Prz. Geol., 24, p. 712—717, nr 12. Warszawa.
- KRÓLIKOWSKI C., WYBRANIEC S. (1977) — Próba zastosowania aerotermografii do kartowania geologicznego w regionie świętokrzyskim. Geofizyka, nr 2, p. 41—65. Warszawa.
- MAJOROWICZ J. (1977) — Analiza pola geotermicznego na tle Europy ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień tektonofizycznych i hydrogeotermalnych. Prz. Geol., 25, p. 135—143, nr 3. Warszawa.
- MAJOROWICZ J. (1978) — Możliwości wykorzystania wglębnego rozpoznania warunków geotermodynamicznych w badaniach nad występowaniem węglowodorów. Prz. Geol., 26, p. 43—49, nr 1. Warszawa.

- MŁYNNARSKI S. (1976) — Budowa utworów cechsztyńskich na podstawie badań sejsmicznych na Pomorzu Zachodnim. *Prz. Geol.*, **24**, p. 538—541, nr 9. Warszawa.
- MŁYNNARSKI S., DADLEZ R., DĄBROWSKA B., GROBELNY A., JANKOWSKI H., KARACZUN K., KOZERA A., KRÓLIKOWSKI C., MAREK S., SKORUPA J. (1979) — Interpretacja geofizyczno-geologiczna wzdłuż profili regionalnych Chociwel — Lębork, Gorzów — Bytów, Pleszew — Sierpc. *Biul. Inst. Geol.*, **314**, p. 50—98. Warszawa.
- POŻARYSKI W. (1975) — Interpretacja geologiczna wyników głębokich sondowań sejsmicznych na VII profilu międzynarodowym. *Prz. Geol.*, **24**, p. 163—170, nr 4. Warszawa.
- SKORUPA J. (1974) — Mapa sejsmiczna Polski. *Wyd. Geol. Warszawa.*
- SKORUPA J., DZIEWIŃSKA L. (1976) — Kompleksowa interpretacja wyników badań geofizycznych dla strefy Gopło — Pabianice ze szczególnym uwzględnieniem utworów cechsztynu i podłoża. *Kwart. Geol.*, **20**, p. 137—156, nr 1. Warszawa.
- STAJNIAK J. (1974) — Metoda geotermiczna. *Geofizyka*, nr 4, p. 78—91. Warszawa.
- STAJNIAK J., KRÓLIKOWSKI C., GAJEWSKI A. (1976) — Regionalne badania geotermiczne na profilu Chociwel — Lębork. *Prz. Geol.*, **24**, p. 651—658, nr 11. Warszawa.
- SZEWczyk J. (1979) — Zastosowanie metody aktywacyjnej w odwiertowych badaniach skał boksytowych na obszarze LZW. *Biul. Inst. Geol.*, **307**, p. 91—113. Warszawa.
- TOPUŁOS T. (1976) — Rozpozniomowanie i korelacja utworów mezozoicznych i kenozoicznych w północno-wschodniej części wyniesienia Łeby na podstawie badań geofizyki wiertniczej. *Biul. Inst. Geol.*, **293**, p. 77—143. Warszawa.
- TOPUŁOS T. (1979) — Metodyka rozpoznawania profilu i korelacji międzyotworowej według danych geofizyki wiertniczej na przykładzie utworów starszego paleozoiku wyniesienia Łeby. *Biul. Inst. Geol.*, **314**. Warszawa.
- WYBRANIEC S. (1979) — Zastosowanie metody infradźwięcznych fal radiowych w kartografii geologicznej. *Biul. Inst. Geol.*, **307**, p. 61—89. Warszawa.

Чеслав КРУЛИКОВСКИ, Стефан МЛЫНАРСКИ

ПРОГРЕСС ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕМИДЕСЯТЫХ ГОДОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

Резюме

В статье рассмотрен прогресс в методике измерений, обработки и интерпретации геофизических данных. Отмечено, что наиболее широко развернулись сейсмические работы МОВ и электроразведка. Кроме того начали применять несколько новых геофизических методов, таких как спектрометрия гамма излучения, меркурометрия, а также возобновлены аэрогеофизические съёмки. Дается обзор геофизической изученности страны за пос-

леднее десятилетие. Более подробно рассмотрены региональные исследования, проводившиеся геофизическими методами на Польской низменности и в Карпатах, а также поиски и разведка твердых видов минерального сырья, ведущиеся в наиболее перспективных районах страны различными геофизическими методами. Рассмотрены также геофизические работы для нужд гидрогеологии, инженерной геологии и картографии. В заключении указываются основные направления развития геофизических работ на ближайшие годы.

Czesław KRÓLIKOWSKI, Stefan MŁYNARSKI

**DEVELOPMENTS IN GEOPHYSICAL SURVEYS CARRIED OUT BY THE
GEOLOGICAL INSTITUTE IN THE 1970's**

S u m m a r y

Developments in methodology of measurement, processing and interpretation of geophysical data are discussed. The greatest progress is found in reflection seismics and geoelectric methods. Moreover, some new geophysical methods such as gamma radiation spectrometry and mercurimetry were introduced and aero-geophysical surveys were initiated.

The paper also presents a review of geophysical recognition of the country in the last decade. Special attention is paid to regional studies carried out in the Polish Lowlands and the Carpathians by means of seismic methods, as well as prospecting and exploration of solid raw material deposits carried out in the most perspective parts of the country with the use of various geophysical methods. Geophysical works carried out for the needs of hydrogeology, engineering geology and mapping are also discussed. The final part of the paper deals with main directions in developments of the geophysical surveys planned for the next few years.